

de processus alveolaris zie: ten Cate, 1975.)

De relatie in ontwikkeling en groei tussen mandibula en ontwikkeling en groei van de rest van de schedel

De eerste aanleg van de onderkaak – de mandibulaire boog – geeft aanleiding tot de vorming van de processus maxillaris en daarmee tot een belangrijk deel van de bovenkaak. De verdere ontwikkeling van boven- en onderkaak verloopt in verreweg het merendeel der gevallen harmonieus. Blijkbaar zijn de ontwikkeling van bovenkaak en onderkaak op elkaar afgestemd. Maar hoe dit gereguleerd wordt is eigenlijk niet goed bekend. Zeker spelen dentitie, occlusie en spieraanhechtingen hierbij een rol.

Eenzijdige verhoging van de beet, geïntroduceerd als een factor die buiten de mandibula gelegen is, leidt bij volwassen ratten aan de kant van de verhoging tot een verhoogd aantal mitosen in vergelijking met die in het contralaterale condylaïre kraakbeen (Lindsay, 1977). De conclusie die hieruit getrokken kan worden is dat een factor die buiten de mandibula gelegen is de groei van het condylaïre kraakbeen kan beïnvloeden.

Eenzijdige condylectomie, geïntroduceerd als een factor die binnen de mandibula gelegen is, leidt bij een cavia tot

een kortere kaakhelft in vergelijking met de contralaterale zijde. Ook de schedel blijft aan de zijde van de condylectomie achter in ontwikkeling, een asymmetrische schedel is het gevolg (Soni en Malloy, 1976).

Geconcludeerd kan worden dat factoren die buiten de mandibula gelegen zijn de ontwikkeling van de mandibula kunnen beïnvloeden. Het kraakbeen van de processus condylaris is blijkbaar geen volledig autonoom groei-centrum. Eveneens kan geconcludeerd worden dat factoren die in de mandibula gelegen zijn de ontwikkeling van de rest van de schedel kunnen beïnvloeden. Gezien echter het aantal disharmonische relaties tussen boven- en onderkaak kunnen boven- en onderkaak in zekere mate zich onafhankelijk van elkaar ontwikkelen. Vele variabelen kunnen hiervoor verantwoordelijk zijn (Koski, 1974; Petrovic, 1974). Een compleet beeld kan hierover nog niet gevormd worden.

Summary:

The development and growth of the mandible from embryonic stage till its final form is described. It is stated that the cartilage of the processus condylaris is a major center of growth of the mandible, but other factors such as muscles, dentition etc. influence the growth of the mandible too. More research is needed to formulate a more final model of mandible development and growth.

Literatuur:

1. Bhaskar, S. N., Weinmann, J. P., Schour, I. (1953): Role of Meckel's cartilage in the development of growth of the rat mandible. J Dent Res 32: 398-410.
2. Koski, K. (1974): The mandibular complex. Trans Eur Orth Soc 53-67.
3. Limborgh, J. van (1971): Een beschouwing over de regeling van de vormontwikkeling van de schedel. Ned Tijdschr Tandheelkd 78: 44-54.
4. Lindsay, K. N. (1977): An autoradiographic study of cellular proliferation of the mandibular condyle after induced dental malocclusion in the mature rat. Arch Oral Biol 22: 711-714.
5. Petrovic, A. (1974): Control of postnatal growth of secondary cartilages of the mandible by mechanisms regulating occlusion. Cybernetic model. Trans Eur Orth Soc 69-75.
6. Richany, S. F., Bast, T. H., Anson, B. J. (1956): The development of the first branchial arch in man and the fate of Meckel's cartilage. Quart Bull N.U.M.S. 30: 331-355.
7. Soni, N. N., Malloy, R. B. (1976): Mandibular condylectomy in the guinea pig. Quantitative triple fluorochrome study. J Dent Res 55: 848-853.
8. Ten Cate, A. R. (1975): Formation of the supporting bone in association with the periodontal ligament organisation in the mouse. Arch Oral Biol 20: 137-138.
9. Thilander, B. (1965): Chin-cap treatment for Angle Class III malocclusion. Trans Eur Orth Soc 311-327.
10. Trevisan, R. A., Scapino, R. P., (1976): The symphyseal cartilage and growth of the symphysis menti in the hamster. Acta Anat 96: 335-355.

De Boelelaan 1115,
1081 HV Amsterdam.

HET NEUSTUSSENSCHOT EN DE POSTNATALE UITGROEI VAN DE BOVENKAAK

C. D. A. VERWOERD
N. A. M. URBANUS

*Uit het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium,
van de Universiteit van Amsterdam.
Hoogleraar-directeur: Prof. Dr. J. van Limborgh.*

Inleiding

Het hoofd van een pasgeborene is geen verkleinde uitgave van het hoofd van een volwassene. Weliswaar bestaat er tussen beide een duidelijk verschil in grootte, doch kenmerkend zijn proportionele verschillen. Bij de pasgebo-

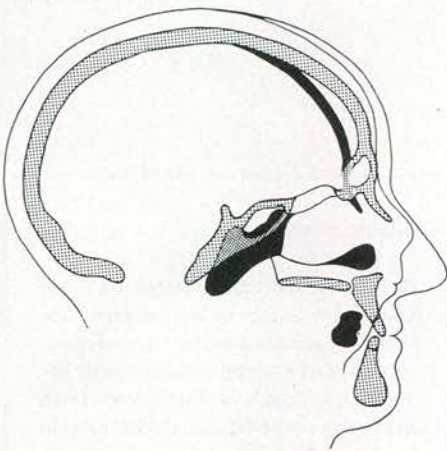
rene is het aangezicht in verhouding tot het gehele hoofd klein. Als gevolg van de uitgroeï van neus, bovenkaak en onderkaak in de periode na de geboorte is het aangezicht bij de volwassene verhoudingsgewijs omvangrijker.

Samenvatting:

Resultaten van experimenten bij jonge konijnen wijzen er op dat het groeiende kraakbenige neustussenschot de verlening en relatieve verplaatsing van de bovenkaak na de geboorte stimuleert. Deze morfogenetische functie van het septale kraakbeen is van betekenis voor de interpretatie van schedelgroei in aanwezigheid van aangezichtsspleten en voor de wijze van behandeling van congenitale en traumatische afwijkingen van het aangezicht bij jonge kinderen.

Tijdens de ontwikkeling vanaf de geboorte tot op volwassen leeftijd ver-groot de hersenschedel zich min of meer gelijkvormig, terwijl de aange-zichtsschedel relatief méér in grootte toeneemt en sterk naar ventraal en naar caudaal uitgroeit. De proportio-nele veranderingen binnen de schedel, die het gevolg zijn van deze *extra groei* van de aangezichtsschedel, springen duidelijk in het oog bij een vergelijking van de afbeeldingen van een volwas-sen schedel en een neonatale schedel, wanneer bij beiden de hersenschedel gelijk groot is afgebeeld (afb. 1).

Afwijkingen in de ontwikkeling van het aangezicht komen veelvuldig voor. Het meest bekend zijn de ver-schillende soorten van congenitale aangezichtsspleten. Bij de behande-ling van deze anomalieën dienen twee gelijkwaardige doeleinden te worden nagestreefd: ten eerste een onmiddellijk herstel van vorm en functie (eten, drinken, ademhaling, spreken) en ten tweede een optimale verdere uitgroeï van de aangezichtsschedel. Ook bij de behandeling van traumata van het aange-zicht (fracturen van neus, zeeftbeen, boven- en onderkaak) bij kinderen kan men niet tevreden zijn met een onmid-dellijk herstel van vorm en functie, maar zullen ook de condities hersteld

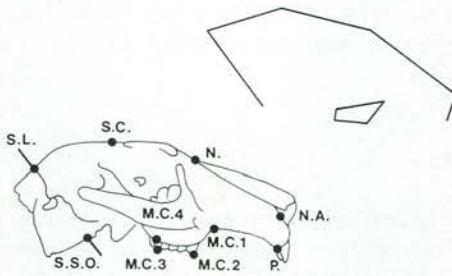


Afb. 1. Mediane doorsneden door het hoofd van een pasgeborene en een volwassene. De hersenschedels zijn ongeveer gelijk groot afgebeeld en over elkaar heen geprojecteerd. Het faciale skelet is bij de volwassen schedel verhoudingsgewijs groter als gevolg van extra groei na de geboorte.

moeten worden, noodzakelijk voor ongestoorde verdere ontwikkeling.

Om de voorwaarden, vereist voor een goede ontwikkeling van het aange-zicht bij de behandeling te kunnen scheppen, is kennis nodig van de 'ont-wikkelingsmechanica' van het aange-zichtsskelet. Onderzoek bij proefdier-en heeft verscheidene causale facto-ren aan het licht gebracht. Hier zal alleen aandacht besteed worden aan de resultaten van enkele experimenten uit ons laboratorium, die betrekking hebben op de mogelijke betekenis van het kraakbenige neustussenschot voor de uitgroeï van de bovenkaak.

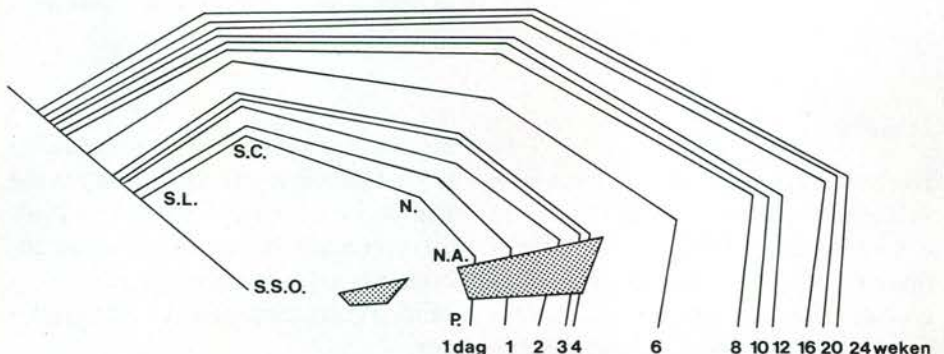
De betreffende experimenten werden gedaan bij jonge konijnen (Nieuw-Zeelanders). De morfologie van de schedels werd kwalitatief en kwantita-



Afb. 2. Meetpunten op de zijkant van de sche-del van een konijn: S.S.O. (synchondrosis sphe-no-occipitalis), S.L. (sutura lambdoidea), S.C. (sutura coronaria), N. (nasion), N.A. (apertura nasalis), P. (premaxilla), MC₁, MC₂, MC₃, MC₄ (kiescomplex).

Diagram van de meetpunten met de gemiddelde coördinaten per proefserie.

Afb. 3. Diagrammen van de schedel bij 12 groepen konijnen met opklimmende leeftijd. Referentiepunt: S.S.O.; referentielijn: S.S.O. - S.L. De gestippelde figuren zijn de kiescomplexen bij konijnen met een leeftijd van respectievelijk 1 dag (links) en 24 weken (rechts).



tief bestudeerd. Voor dit laatste doel werden op gestandaardiseerde foto's van de zijkant van de schedels 10 meet-punten gedefinieerd (afb. 2). Deze punten werden opgemeten in een rechthoekig coördinatenstelsel met SSO (synchondrosis sphenoccipita-lis) als 0-punt, de lijn SSO-SL (sutura lambdoidea) als Y-as en de loodlijn daarop in SSO als X-as. De punten met de gemiddelde coördinaten per proef-serie zijn, verbonden door een lijn, aangegeven in de diagrammen. Voor de uitkomsten van de statistische be-werking wordt verwezen naar publika-ties elders.

Postnatale ontwikkeling van de schedel bij het konijn

Om een juiste beoordeling van de ge-volgen van verschillende ingrepen aan het faciale skelet voor de uitgroeï van de schedel mogelijk te maken, werd de normale postnatale ontwikkeling van de schedel bij het proefdier bestudeerd (Urbanus e.a., 1977).

De resultaten zijn samengevat in afb. 3 met diagrammen van de schedel bij groepen konijnen met opklimmende leeftijd: pasgeboren, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20 en 24 weken oud.

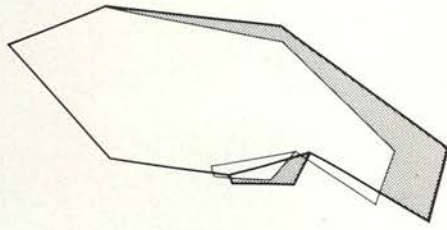
In de bestudeerde periode neemt de hersenschedel met een factor van on-geveer twee in grootte toe. De aange-zichtsschedel vertoont een veel ster-kere groei, voornamelijk in ventrale richting. Daardoor verandert de rela-tief korte schedel van de pasgeborene in de veel langere schedel van het vol-wassen konijn met een meer promine-rende bovenkaak en neus.

De extra groei van de aangezichts-schedel vergeleken met de hersen-schedel blijkt heel duidelijk, wanneer

de schedel van een pasgeboren en een volwassen konijn worden vergeleken na gelijk groot afbeelden van de hersenschedel (afb. 4). Het relatief meer

promineren van de bovenkaak bij de volwassen dieren berust op het toenemen van de dorso-ventrale lengte en op een relatieve ventraalwaartse verplaatsing van de bovenkaak.

24e week na de geboorte is de groei van de schedel zeer gering.



Afb. 4. Diagrammen van 4 en 24 weken oude schedels, nadat het lijnstuk S.S.O. – S.L. (hersenschedel) gelijk groot en over elkaar heen is afgebeeld. Het gestippelde gebied representeert de extra groei van het aangezichtsskelet in de periode tussen 4 en 24 weken post partum. Relatieve ventraalwaartse verplaatsing van de bovenkaak (vergelijk positie van de kiescomplexen).

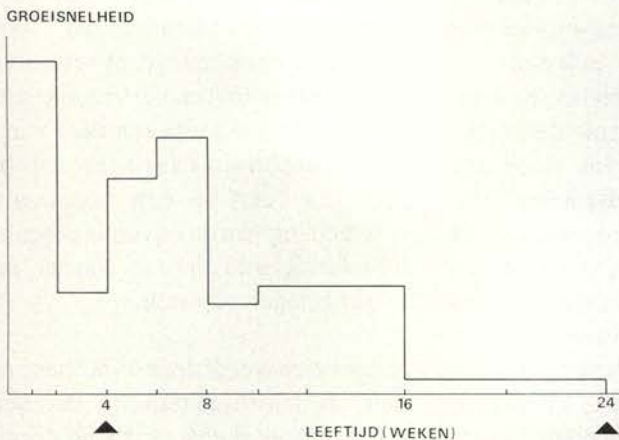
De snelheid, waarmee de schedel van het konijn (onder laboratoriumomstandigheden) na de geboorte groeit, verandert sterk (afb. 5). De groeisnelheid is direct na de geboorte hoog en neemt af tot een minimum omstreeks de 4e week. Waarschijnlijk hangt dit samen met verminderde voedselopname bij de overgang van borstvoeding naar vast voedsel.

De experimentele ingrepen werden steeds verricht bij 4 weken oude konijnen in de fase van minimale groei en juist voor de groeispuurt, terwijl 20 weken later de zo goed als uitgegroeide schedels werden bestudeerd.

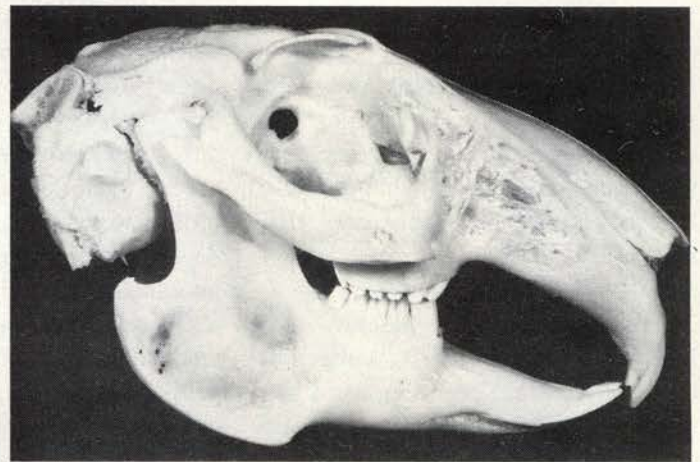
De invloed van het groeiende kraakbenige neustussenschot op de uitgroei van de bovenkaak

Vervolgens neemt de groeisnelheid toe tot een maximum omstreeks de 6e week, waarna een geleidelijke afname wordt waargenomen. Tussen de 16e en

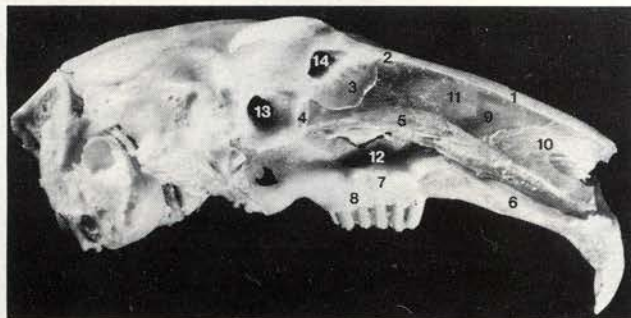
Evenals bij het jonge kind bestaat het neustussenschot bij een 4 weken oud konijn voor het overgrote deel uit een kraakbeenplaat (afb. 6). Deze is vooraan stevig door collagene vezels verbonden met de premaxilla en reikt achter tot het sphenoid. De basale rand



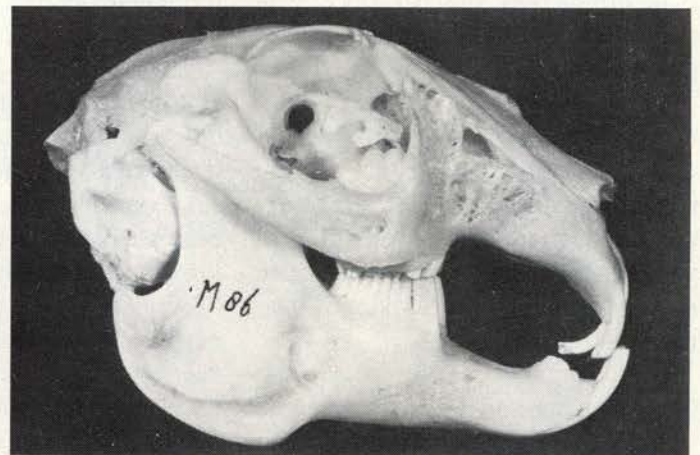
Afb. 5. Veranderingen in de groeisnelheid van de konijneschedel na de geboorte. Tijdstip van begin en einde der experimenten: 4 respectievelijk 24 weken na de geboorte.



Afb. 7a. Schedel van volwassen (24 weken oud) ongeopereerd konijn.



Afb. 6. Mediaan doorsneden schedel van een 4 weken oud konijn. 1. os nasale, 2. os frontale, 3. lamina perpendicularis, 4. os sphenoidale anterius, 5. vormer, 6. processus medialis van de premaxilla, 7. palatum, 8. processus alveolaris van de maxilla, 9. septale kraakbeen, 10. door het septale kraakbeen zichtbare voorste turbinatum, 11. idem achterste turbinatum, 12. choane, 13. foramen opticum, 14. voorste schedelgroeve.



Afb. 7b. Volwassen schedel nadat op de leeftijd van 4 weken het middelste $\frac{1}{3}$ deel van het kraakbenige neustussenschot inclusief overliggend perichondrium is verwijderd: inzakking van de neusrug, verkorting van de bovenkaak, frontale malocclusie.

staat in een benige goot gevormd door premaxilla en vomer.

Om de rol van het kraakbenige neustussenschot in de postnatale ontwikkeling van het aangezichtsskelet te bestuderen, werden verschillende repen en reepjes kraakbeen inclusief overliggend mucoperichondrium of submucoperichondraal verwijderd. De uitkomsten van een drietal van dergelijke experimenten worden hierna besproken.

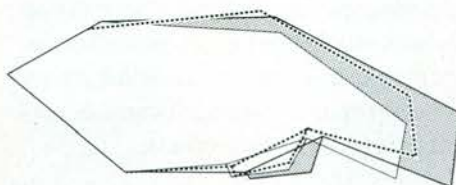
1. Als op de leeftijd van 4 weken een verticale reep van kraakbeen inclusief mucoperichondrium, ter breedte van 10 mm, uit het middelste deel van het septum nasi is verwijderd, vertonen 20 weken later de volwassen schedels een verkorting van de bovenkaak, terwijl de onderkaak normaal van lengte is, zodat een frontale malocclusie ontstaat (afb. 7).

In het diagram (afb. 8) blijkt de bovenkaak niet alleen korter te zijn, maar ook in retropositie te staan vergeleken met even oude controledieren (Mastenbroek, 1978; Verwoerd e.a., 1979 a).

2. Hetzelfde type schedelontwikkeling werd waargenomen, als alleen de betreffende kraakbeenreep werd verwijderd en het overliggende mucoperichondrium inclusief bloedvaten intact werd gelaten. Op grond hiervan mogen de later optredende groeistoornissen niet worden toegeschreven aan voedingsstoornissen van het resterende kraakbeen van het neustussenschot (Verwoerd e.a., 1979 b).

3. Onderbreking van de voor-achterwaartse continuïteit van het septum nasi door extirpatie van repen kraakbeen in het achterste of voorste deel van het septum nasi leidden ook tot een maxillaire onderontwikkeling (Mastenbroek, 1978).

De uitkomsten van deze experimenten wijzen er op dat het groeiende kraakbenige neustussenschot de postnatale groei van neus en bovenkaak stimuleert. Hiermee wil niet gezegd worden dat de (lengte-)groei van de bovenkaak

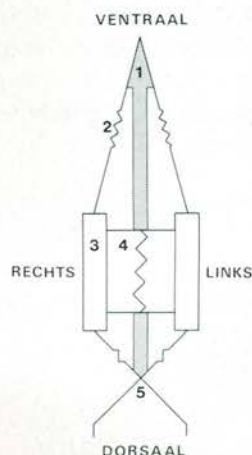


Afb. 8. Diagrammen van de volwassen schedels van ongeopereerde dieren, respectievelijk 4 weken (dunne lijn) en 24 weken (dikke lijn) oud en dieren, waarbij op de leeftijd van 4 weken het middelste $\frac{1}{3}$ deel van het neustussenschot inclusief overliggend mucoperichondrium is verwijderd (onderbroken lijn). Het gestippelde gebied representeert de extra groei van de aangezichtsschedel. Referentielijn: S.S.O. - S.L. (zie afb. 4).

en neus stil zouden staan na onderbreking van de dorso-ventrale continuïteit van het kraakbenige septum nasi.

In afbeelding 8 worden vergeleken schedels van 24 weken oude konijnen waarbij op de leeftijd van 4 weken het cartilagineuze septum blijvend was onderbroken, en 4 weken respectievelijk 24 weken oude controledieren, nadat de hersenschedel van deze drie groepen gelijk groot is afgebeeld. Het blijkt dan dat neus en bovenkaak van de volwassen geopereerde dieren verhoudingsgewijs vrijwel even lang zijn als bij de 4 weken oude controledieren en dat ook de kiescomplexen in vrijwel gelijke positie staan. De bovenkaak is dus wel groter geworden na onderbreking van de dorso-ventrale continuïteit van het neustussenschot, maar in dezelfde mate als de hersenschedel. De extra groei van neus en bovenkaak is uitgebleven. Het dier heeft zijn 'babyface' behouden.

Het kraakbenige neustussenschot is dus van belang voor de toename in lengte en de ventraalwaartse verplaatsing van de bovenkaak, voor zover deze plaatsvinden in het kader van de *extra groei* van het aangezichtsskelet (Verwoerd e.a., 1979 a). De beenvorming in de suturen moet in deze secundair zijn aan de morfogenetische functie van het septum nasi. Men zou het als volgt kunnen formuleren (afb. 9): Het uitgroeiende septale kraakbeen, afgesteund op het sphenoid en de lamina perpendicularis van het ethmoid 'duwt' de premaxilla naar voren,

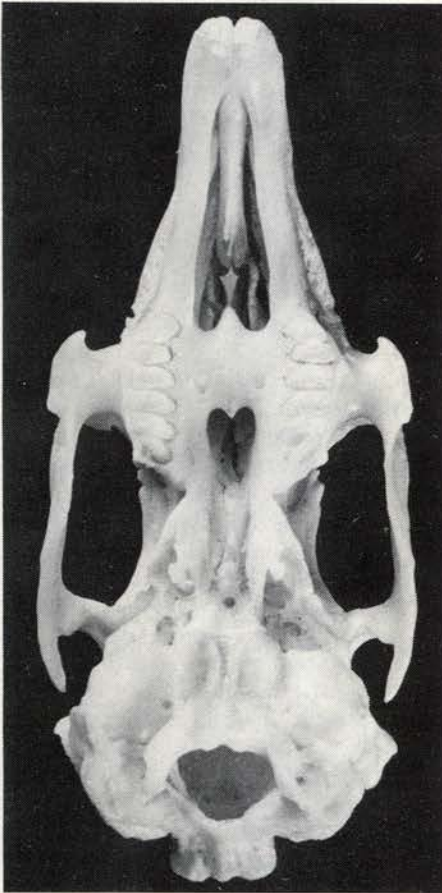


Afb. 9. Morfogenetische functie van het kraakbenige neustussenschot (zie tekst). Schema van de caudale zijde van een konijnschedel: 1. septum nasi, 2. premaxillo-maxillaire suture, 3. kiescomplex, 4. os palatinum, 5. os sphenoidale.

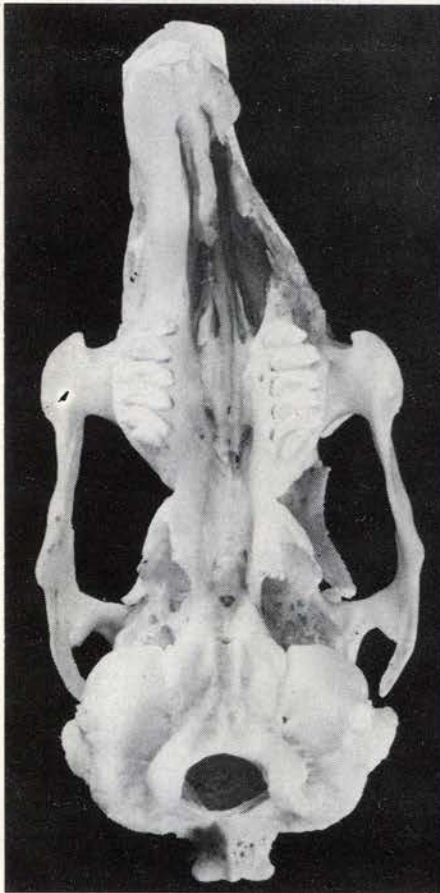
'trekt' daarbij de bovenkaak mee; de premaxillo-maxillaire suture wordt door deze 'trek' aangezet tot botvorming, leidend tot een verlenging van de bovenkaak, en geeft een deel van de 'trekkracht' door naar achteren, hetgeen resulteert in een voorwaartse verplaatsing van de bovenkaak (en een stimulering van de nog verder naar achter gelegen suturen).

In hoeverre wordt deze hypothese omtrent de morfogenetische betekenis van het septum nasi gesteund door de uitkomsten van andere experimenten?

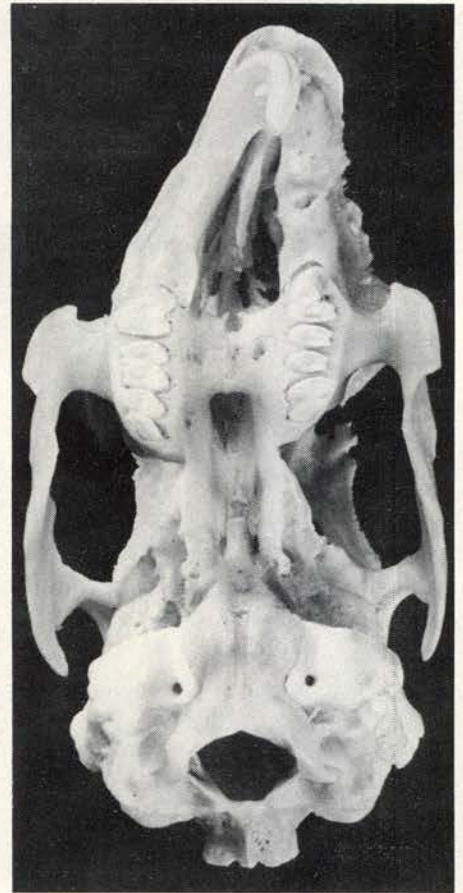
1. Na submuceuze verwijdering van een basale strip over de gehele lengte van het septum nasi bij 4 weken oude konijnen vertoont op volwassen leeftijd de bovenkaak een verkorting en een retropositie. Dit kon verwacht worden omdat het resterende groeiende septale kraakbeen zijn verbinding met de bovenkaak heeft verloren. Op het eerste gezicht verrassend was dat bij deze dieren ook de neus te kort was. Bij bestudering van het kraakbenige septum bleek dat dit wel degelijk was uitgegroeid, maar, kennelijk niet in staat de neus te verlengen, een harmonievorm had aangenomen (Verwoerd, 1979 b). Dit kan erop wijzen dat het resterende septum bij zijn groei niet meer in de mediaanlijn wordt gehouden door de vassing van zijn basale



Afb. 10a. Caudale zijde van een volwassen ongeopereerd konijn.



Afb. 10b. Caudale zijde van een volwassen konijn, waarbij op de leeftijd van 4 weken een éézijdige lip-, kaak- gehemeltspleet was aangebracht: deviatie van de bovenkaak naar de gezonde zijde, retropositie van het kiescomplex aan de spleetzijde.



Afb. 10c. Caudale zijde van een volwassen konijn, waarbij op de leeftijd van 4 weken een artificiële éézijdige kaak-gehemeltspleet is gesloten door middel van niet-suturaal bot: verkorting van de bovenkaak, deviatie van de bovenkaak naar de geopereerde zijde, anteropositie van het kiescomplex aan de geopereerde zijde.

rand in de benige goot van premaxilla en vomer. Het kan als gevolg daarvan niet de kracht opbrengen om de neus te verlengen, omdat delen zijdelings uitwijken.

2. Door Verwoerd-Verhoef (1974) werd de schedelgroei van konijnen bestudeerd met verschillende typen van enkel- en dubbelzijdige aangezichtspleten. Als bijvoorbeeld op de leeftijd van 4 weken de sutura premaxillo-maxillaris éézijdig wordt weggenomen, dan bereikt de bovenkaak een normale lengte maar devieert naar de gezonde zijde, het achterste deel van de bovenkaak (het kiescomplex) staat aan de spleetzijde in retropositie (afb. 10b). Deze combinatie van afwijkingen was op grond van de hypothese te voorspellen. Het septum nasi groeit onverminderd uit zodat de bovenkaak

een normale lengte krijgt. Omdat aan de spleetzijde één teugel onderbroken is, devieert de bovenkaak naar de gezonde zijde. Aan de gezonde zijde wordt de kaak mee naar voren getrokken, aan de spleetzijde blijft het kiescomplex letterlijk achter, omdat het niet bereikt wordt door de trekkracht uitgaande van het septum.

3. Urbanus (1974) bestudeerde de gevolgen voor de schedelgroei van verschillende chirurgische methoden ter sluiting van aangezichtsspleten. Hierbij wordt ondermeer een éézijdige kaakspleet, eerst gemaakt door extirpatie van één sutura premaxillo-maxillaris, gesloten door middel van implantatie van niet-suturaal bot, zoals bij een primaire osteoplastiek. De zo behandelde schedels vertoonden in hun verdere uitgroei een zeer scherpe

deviatie van de bovenkaak naar de geopereerde zijde en een antero-positie van het kiescomplex aan de geopereerde zijde (afb. 10c). Redenerend in de trant van de hypothese is verlenging van de bovenkaak aan de geopereerde zijde uitgebleven door het ontbreken van de groei in de sutura premaxillo-maxillaris en is dientengevolge sterk naar deze zijde gedevieerd, terwijl de bovenkaak verder dan normaal naar voren getrokken wordt tot in een anteropositie.

De zojuist genoemde experimentele uitkomsten ondersteunen het voorgestelde samenspel tussen het neustus-senschot en de suturen bij de uitgroei van de bovenkaak.

Een tweede vraag die moet worden overwogen, is of dit mechanisme ook

bij de uitgroei van het aangezicht van de mens functioneert. Daarvoor zijn wel aanwijzingen te vinden, onder meer in de schedels van mensen van verschillende leeftijd met onbehandelde aangezichtsspleten, bestudeerd door Van Limborgh (1966).

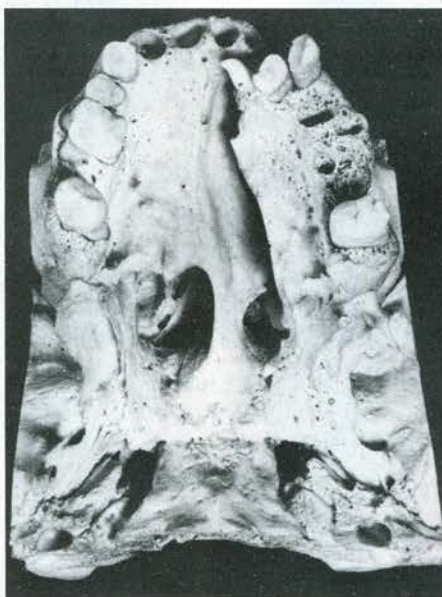
Hij kwam tot de conclusie dat tijdens de postnatale ontwikkeling van de schedel, bij aanwezigheid van verschillende soorten aangezichtsspleten, patronen van schedelafwijkingen tot ontwikkeling komen, die specifiek zijn voor het soort aangezichtsspleet. Verwoerd-Verhoef (1974) toonde aan dat in wezen dezelfde patronen van schedelafwijkingen ontstaan, wanneer bij jonge konijnen overeenkomstige aangezichtsspleten worden aangebracht.

Volwassen schedels van mens en konijn met een éézijdige kaak- en gehemeltepleet vertonen bijvoorbeeld beide (afb. 11 en afb. 10b) een deviatie van de bovenkaak naar de gezonde zijde en een retropositie van de bovenkaak aan de spleetzijde (Verwoerd e.a., 1976).

Deze overeenkomstige ontwikkeling van de aangezichtsschedel bij aanwezigheid van aangezichtsspleten mag gelden als een aanwijzing voor het functioneren van (gedeeltelijk?) gelijke morfogenetische mechanismen.

De bovengenoemde rol van het kraakbenige neustussenschot in samenspel met de suturen in en achter de bovenkaak, moet worden beschouwd als één van de vele epigenetische factoren in de uitgroei van de bovenkaak. Zeker zullen ook van belang zijn de uitgroeiende onderkaak, de kauwspieren, de occlusie, de ontwikkeling van gebits-

elementen, de positie van de tong etc. Dit neemt niet weg, dat het hier voorgestelde deel-mechanisme klinische betekenis heeft, zoals bij ingrepen aan het neustussenschot bij de correctie van aangezichtsspleten en de behandeling van aangezichtstraumata. Het belang van experimenteel onderzoek wordt vergroot, doordat de gevolgen van een behandeling voor de uitgroei van de schedel bij kinderen vaak pas na de puberteit zichtbaar worden. Men kan dus een bepaalde techniek vele jaren toepassen alvorens gealarmeerd te worden door nadelige effecten op de uitgroei van het aangezicht.



Afb. 11. Bovenkaak van een volwassen mense-lijke schedel met een éézijdige kaak-gehemeltepleet: deviatie van de bovenkaak naar de gezonde zijde, retropositie aan de spleetzijde (Van Limborgh, 1966).

Summary:

Experimental results demonstrated that the

growing cartilage of the nasal septum stimulates the postnatal lengthening and forward displacement of the maxilla. This morphogenetic function of the septal cartilage is of importance for the interpretation of asymmetric growth of cleft-affected skulls and for the treatment of congenital or traumatic anomalies of the facial skull in young children.

Literatuur:

1. Limborgh, J. van (1966): De natuurlijke groei van schedels met kaak- en gehemeltepleten. Ned Tijdschr Geneesk 281-285.
2. Mastenbroek, G. J. (1978): De invloed van partiële resectie van het neustussenschot op de uitgroei van bovenkaak en neus. Acad. Proefschrift, Amsterdam.
3. Urbanus, N. A. M. (1974): Schedelgroei na sluiting van lip-, kaak- en gehemeltepleten. Experimentele toetsing van de beginselen van enige chirurgische methoden bij het konijn. Acad. Proefschrift, Amsterdam.
4. Urbanus, N. A. M., Verwoerd, C. D. A., Tonneyck-Müller, I., Verwoerd-Verhoef, H. L. (1977): Een kwantitatief onderzoek naar de groei van de schedel van het konijn. Ned Tijdschr Geneesk P. 656.
5. Verwoerd, C. D. A., Verwoerd-Verhoef, H. L., Urbanus, N. A. M. (1976): Skulls with facial clefts. Experimental surgery on the facial skeleton. Acta Oto-laryngol 81, 249-256.
6. Verwoerd, C. D. A., Urbanus, N. A. M., Verwoerd-Verhoef, H. L. (1979 a): Growth mechanisms in skulls with facial clefts. Acta Oto-laryngol 87, 335-339.
7. Verwoerd, C. D. A., Urbanus, N. A. M., Nijdam, D. C. (1979 b): The effects of septal surgery on the growth of nose and maxilla. Rhinology XVII: 51-61.
8. Verwoerd-Verhoef, H. L. (1974): Schedelgroei onder invloed van aangezichtsspleten. Een experimentele studie bij het konijn. Acad. Proefschrift, Amsterdam.

Adres: Dr. C. D. A. Verwoerd,
Dr. N. A. M. Urbanus,
1e Constantijn Huygensstraat 22,
1054 BW Amsterdam.

ONTWIKKELING EN GROEI VAN KRAAKBEEN

J. P. VELDHUIJZEN

*Uit de vakgroep Tandheelkundige Basisvakken,
afdeling Orale Celbiologie,
van de Vrije Universiteit te Amsterdam.*

In het skelet bestaat er gedurende het gehele leven een nauwe relatie tussen been en kraakbeen. De aanvankelijke

aanleg van b.v. pijpbeenderen is kraakbenig, waarbij mesenchymcellen gaan afronden, bij elkaar gaan lig-

gen en uiteindelijk een zgn. protochondraal weefsel vormen. Deze protochondrale cellen gaan intracellulaire matrixsubstantie vormen waardoor de cellen verder uit elkaar komen te liggen, zodat geïsoleerde chondrocyten ontstaan. Ook in het omringende mesenchym treden veranderingen op. Direct grenzend aan het ontstane kraakbeen condenseert het mesenchym tot